



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 101 369<sup>(13)</sup> C1  
(51) МПК<sup>6</sup> C 21 D 9/04

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 95113234/02, 18.07.1995

(30) Приоритет: 19.07.1994 АТ А1431/94

(46) Дата публикации: 10.01.1998

(56) Ссылки: DE, 3446794, кл. C 21 D 9/04, 1986. EP, B-0187904, кл. C 21 D 9/04, 1986. EP, B-0186373, кл. C 21 D 9/04, 1986. EP, B-0293002, кл. C 21 D 9/04, 1990. DE, 2820784, кл. C 21 D 9/04, 1978. АТ, 323224, кл. C 21 D 9/04, 1992. DE, 3006695, кл. C 21 D 9/04, 1985. DE, 4003373, кл. C 21 D 9/04, 1991. DE, 4237991, кл. C 21 D 9/04, 1994. EP, 0252895, кл. C 21 D 9/04, 1988.

(71) Заявитель:

Фюест-Альпине Шинен ГмбХ (АТ)

(72) Изобретатель: Георг Прскаветц[АТ],

Петер Поинтнер[АТ], Альфред Мозер[АТ]

(73) Патентообладатель:

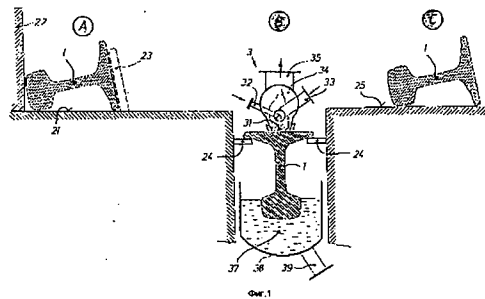
Фюест-Альпине Шинен ГмбХ (АТ)

(54) СПОСОБ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРОФИЛИРОВАННОГО ПРОКАТА, УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ И ПРОФИЛИРОВАННЫЙ ПРОКАТ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу и устройству для термической обработки профилированного проката, в частности рельсов. Для улучшения эксплуатационных свойств предусмотрено прокат при температуре максимум 1100 °С, однако по меньшей мере 750°С, устанавливать горизонтально прямо при обработке давлением в ходе первой операции охлаждения охлаждают с одинаковой местной интенсивностью охлаждения до температуры, в частности, от 5 до 120°С выше  $A_{r3}$ -температуры сплава, после чего в ходе второй операции охлаждению от проката отводят тепло в продольном направлении с одинаковой местной, если смотреть в поперечном направлении по периферии, различной, интенсивностью и зоны повышенной интенсивности охлаждения приводят в соответствии с зонами высокой

массовой концентрации, в таких зонах образуется свободная от мартенсита мелкозернистая перлитная структура, после чего осуществляют охлаждение до комнатной температуры. Устройство в соответствии с изобретением отличается наличием зоны (А) подготовки, зоны (В) обработки охлаждением и зоны (С) окончательного охлаждения профилированного проката. 3 с. и 16 з.п. ф-лы, 3 ил.



Очер. 1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 101 369** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) Int. Cl. <sup>6</sup> **C 21 D 9/04**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 95113234/02, 18.07.1995

(30) Priority: 19.07.1994 AT A1431/94

(46) Date of publication: 10.01.1998

(71) Applicant:  
Foest-Al'pine Shinen GmbKh (AT)

(72) Inventor: Georg Prskavetts[AT],  
Peter Pointner[AT], Al'fred Mozer[AT]

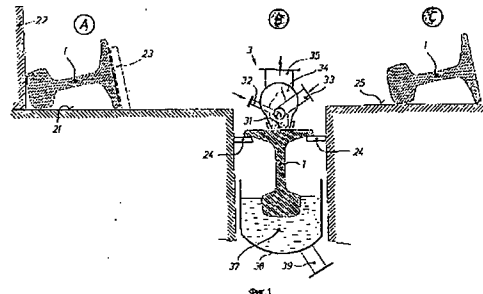
(73) Proprietor:  
Foest-Al'pine Shinen GmbKh (AT)

(54) **METHOD OF HEAT TREATMENT OF SECTIONS, DEVICE FOR ITS EMBODIMENT AND SECTIONS**

(57) **Abstract:**

FIELD: methods and devices for heat treatment of sections, particular, rails.  
SUBSTANCE: the offered method includes rolling of sections at maximum temperature of 1100 C, however, at least, 750 C, with their horizontal and straight installation in plastic metal working. In course of the first cooling operation, cooling is carried out with same local intensity of cooling down to temperature, particular, from 5 to 120 C above  $A_{r3}$  - alloy temperature. In course of the second cooling operation, heat is removed from rolled stock in longitudinal direction with same local intensity, if viewed in transverse direction, with different intensity, but zones of high cooling intensity are brought in compliance with zones of high mass concentration. In such zones, fine-grained perlite structure

is formed free of martenisite. After that, rolled product is cooled down to room temperature. The device for embodiment of the offered method is distinguished by availability of preparation zone A, cooling zone B and final cooling zone C of sections. EFFECT: higher service properties of sections treated by the offered method. 19 cl, 3 dwg



RU 2 101 369 C1

RU 2 101 369 C1

Изобретение относится к способу термической обработки профилированного проката, в частности железнодорожных рельсов, с увеличенным отводом тепла от частей поверхности профиля при охлаждении из гамма-области материала на основе железа, причем в желаемой (желаемых) зоне (зонах) поперечного сечения, в частности, в зоне головки рельсов осуществляется преобразование в мелкозернистую перлитную структуру с повышенной прочностью, в частности, с повышенной прочностью на истирание и повышенной твердостью, и при определенных условиях уменьшается, предпочтительно в основном исключается деформация или изгиб проката, в частности рельса, обусловленная(ый) короблением в результате термической обработки, перпендикулярно продольной оси при охлаждении до комнатной температуры, в частности, после преобразования структуры в усиленно охлажденной (охлажденных) зоне (зонах) поперечного сечения и достигаются повышенные жесткость и прочность при изгибе проката при знакопеременном цикле.

Кроме того, изобретение касается устройства для термической обработки профилированного проката, в частности железнодорожных рельсов, состоящего в основном по меньшей мере из одной зоны подготовки проката на рольганге с устройством позиционирования проката, зоны обработки охлаждением с устройствами для порционного отвода тепла с высокой интенсивностью от поверхности проката и с зоной для окончательного охлаждения проката до комнатной температуры, а также со средствами (механизмами) укладки, поперечной транспортировки, удержания и манипулирования.

Наконец изобретение касается профилированного проката, в частности железнодорожного рельса, состоящего из головки рельса с по меньшей мере частично перлитной структурой, подошвы рельса и шейки между головкой и подошвой рельса.

Профилированный прокат, в частности железнодорожные рельсы, изготовлен или изготовлены в большинстве случаев из сплавов на основе железа с содержанием, вес. углерод (C) 0,4-1,0; кремний (Si) 0,1-1,2; марганец (Mn) 0,5-3,5; при необходимости хрома до 1,5, а также других легирующих элементов с концентрацией менее 1% остальное железо и обусловленное технологией (технологические) примеси. По причине общеупотребительных размеров, например с весом от 30 до 100 кг/м, и вытекающего из этого отношения поперечного сечения к периметру рельсов при охлаждении проката после формообразующего нагрева на неподвижном воздухе, например на холодильниках прокатного стана и им подобных, вследствие медленного охлаждения происходит преобразование структуры из аустенитной в зернистую крупноперлитную структуру, имеющую в данном случае ферритные включения. При этом упомянутые вначале материалы с вышеупомянутой структурой имеют твердость по Бринелю в диапазоне от 250 до 350 НВ.

Рост ожидаемого объема перевозок и более высоких осевых нагрузок, а также желание увеличить в практическом использовании железнодорожных рельсов на

срок службы, привели к большому количеству предложений по повышению твердости и износостойчивости материала. При этом более благоприятных или улучшенных свойств материала с твердостью по Бринелю 400 НВ и выше можно достичь путем термической обработки и/или с помощью мер техники легирования.

Однако рельсы на поле среди прочего, с целью создания бесстыковых эксплуатационных длин или многолинейных участков должны хорошо быть свариваемыми, так что меры техники легирования с целью повышения твердости или прочности и вязкости материала из-за проблем сварки в большинстве случаев могут быть выполнены только в незначительном объеме и могут быть целенаправленно осуществлены с помощью приведенной в соответствие с составом стали термической обработки (DE-C-3446794, EP-B-0187904, EP-B-0186373). Также по экономическим соображениям подобного рода способы в более широком масштабе себя не оправдали.

Чтобы повысить эксплуатационное качество рельсов и деталей стрелочного перевода из упомянутых вначале материалов, можно, как известно специалисту, путем термической обработки (термического улучшения) добиться получения мелкозернистой перлитной структуры материала. При этом важно при охлаждении установить условия или нормы охлаждения, соответствующие температуре аустенизации. В документе EP-B-0293002 для этого, например, предлагается после первоначально высокой интенсивности охлаждения практически проводить изотермическое структурное превращение материала примерно при 530°C. Из вышеизложенной заявки ФРГ N 2820784, кроме того, было известно проведение закалки рельсов определенного состава в кипящей воде и достижения за счет добавок, а также мер перемещения желаемой интенсивности охлаждения с целью получения тонкозернистого перлитного состояния структуры.

В соответствии с патентом Австрии N 323224 уже предлагалось изготовление рельсов с гомогенной мелкой перлитной структурой при выбранном легировании с помощью использования определенных параметров охлаждения, например скорости охлаждения от 10 до 20 °C/с до температуры максимум 550°C. Однако для вышеупомянутых мер общим недостатком является то, что одинаковая интенсивность охлаждения поверхности в зависимости от массы прокатываемого профиля может вызывать различные скорости охлаждения и различные структурные образования в близких поверхностных зонах и что часто необходимо принимать дорогостоящие меры, чтобы избежать нежелательных местных структурных образований или свойств материала, в частности чрезмерной твердости и хрупкости в нагруженных главным образом на изгиб частях рельса.

Неоднократно также предлагалось целенаправленно устанавливать гетерогенную микроструктуру в поперечном сечении рельса, а именно в соответствии с соответствующими нагрузками. Из заявки ФРГ N 3006695, например, известен способ, в

соответствии с которым из горячего проката путем охлаждения рельса вызывается преобразование по всему поперечному сечению, после чего головка рельса, в частности с помощью индуктивного нагрева, реаустенизируется и затем закаливается. Кроме того, в соответствии с WO 94/02652 было предложено охлаждать головку рельса до температуры на поверхности от 450 до 550 °C в охлаждающей среде со специально установленной интенсивностью охлаждения и благодаря этому создать в головке рельса мелкозернистую структуру. Для подобного рода обработки пригодно устройство для подвешенного закаливания рельсов в соответствии с заявкой ФРГ N 4237991) транспортировать или охлаждать рельсы в подвешенном положении, предпочтительно головкой вниз, на холодильнике прокатного стана, причем, однако, целенаправленное образование гетерогенной структуры по поперечному сечению вряд ли возможно.

Общим недостатком всех известных до сих пор способов и устройств является то, что хотя при изготовлении профилированного проката эти решения приводят к достижению цели в ограниченных зонах или относительно отдельных технологических операций, однако, не могут показать удовлетворительное преодоление общей проблематики при экономичном изготовлении высококачественных длинных рельсов со специальными качественными характеристиками.

В данном случае изобретение хочет оказать помощь и ставит перед собой цель указать при устранении недостатков известных видов изготовления новый способ, с помощью которого может быть изготовлен прокат с особенно предпочтительными эксплуатационными свойствами. Кроме того, задачей изобретения является изготовление устройства, в частности, для реализации способа, и выполнение проката, в частности рельса, для максимальных нагрузок.

Достигается это тем, что прокат, в частности рельс, со средней температурой максимум 1100°C, предпочтительно максимум 900°C, однако по меньшей мере 750°C, при которой выправляют по прямой продольное направление при пластическом формообразовании, в выпрямленном положении переводят в поперечное направление и выдерживают, в ходе первой операции охлаждения проката или рельса последний или последнюю охлаждают до температуры ниже 860°C, предпочтительно до температуры около 820°C, в частности от 5 до 120°C выше  $Ag_3$ -температуры сплава с одинаковой местной интенсивностью охлаждения, предпочтительно в основном путем излучения на неподвижном (открытом) воздухе, после чего в ходе второй операции охлаждения от проката отводится тепло в продольном направлении, в основном с одинаковой местной, если смотреть в поперечном сечении по периферии различной, интенсивностью, и по меньшей мере в одной зоне по периферии профилированного проката создают усиленную интенсивность охлаждения, причем большей (большим) интенсивности (интенсивностям) охлаждения соответствует (соответствуют) зона (зоны) с большим

отношением поперечного сечения к периметру или с высокой долей объема, отнесенной к поверхности, или с высокой массовой концентрацией и/или с местной высокой температурой проката, в частности рельса, и зону (зоны) с такого рода повышенной скоростью охлаждения доводят до температуры преобразования, при которой при данных условиях охлаждения образуется свободная от мартенсита мелкозернистая перлитная структура, после чего в ходе последующей операции проводят охлаждение до комнатной температуры с одинаковой (равномерной) местной интенсивностью охлаждения, например на неподвижном (открытом) воздухе.

Важным является то, что осуществляют выравнивание по прямой проката при пластическом формообразовании и это проводят в диапазоне температур от 750 до 1100°C. Как было обнаружено, температуры ниже 750°C могут привести к частично упругому изгибу с отклонениями от выравнивания по прямой и впоследствии к неомогенной (неравномерной) интенсивности охлаждения в продольном направлении рельса. Температуры проката выше 1100°C способствуют в большинстве случаев росту аустенитных зерен или к образованию крупных зерен, что в конце концов может отрицательно влиять на свойства материала. Исходя из выровненного по прямой проката для образования мелкозернистой перлитной зоны поперечного сечения, равномерно установленной в продольном направлении, важным оказалось то, что прокат выдерживают и в ходе первой операции охлаждения равномерно (уравнительно) охлаждают до температуры ниже 860°C с одинаковой местной интенсивностью охлаждения. При этом, с одной стороны, может быть выравнена местная неомогенность распределения температуры в продольном направлении, которая вызвана при данных условиях прилеганием местами к устройству поперечной транспортировки, с другой стороны, устанавливают осесимметричное или центрально-симметричное распределение температуры в поперечном сечении профилированного проката и благодаря этому стабилизируют прямолинейность последнего. Особенно предпочтительно проводить это равномерное (уравнительное) охлаждение до температуры от 5 до 120°C выше  $Ag_3$  температуры сплава, чтобы создать благоприятные условия для частичного преобразования структуры в мелкозернистую перлитную структурную форму в частях поперечного сечения. При этом  $Ag_3$ -температурой является та температура, при которой начинается преобразование (превращение) гамма-решетки в альфа-решетку сплава при скорости охлаждения 3°C/мин.

Охлаждение проката в основном с одинаковой в продольном направлении, с различной по периметру, если смотреть в поперечном сечении, интенсивностью отвода тепла само по себе известно. Однако важно для зоны с увеличенной интенсивностью охлаждения поверхности приводить в соответствие с массовой концентрацией проката. В сочетании с выравниванием по

прямой, равномерным (уравнительным) охлаждением и установкой симметричного распределения температуры и приведением в соответствие с зонами охлаждения можно различную по зонам поперечного сечения скорость охлаждения поддерживать по существу одинаковой в продольном направлении проката. При этом важным является установление величины скорости охлаждения, с которой предусмотренная зона проката доводится до температуры преобразования. Как на фиг.3, на которой показана известная специалисту диаграмма превращения в координатах время-температура сплава с определенным составом, при более высоких значениях охлаждения, отличных от  $A_3$ -температуры, например кривые "с" и "d", в структуре образуются мартенситные частички, вследствие чего материал, хотя и приобретает более высокую твердость, однако существенно теряет в упругости и имеет повышенную склонность к разрушению и его предусмотренное использование больше невозможно. Низкие значения охлаждения, например кривая "h", способствуют образованию крупнозернистой перлитной мягкой структуры. Таким образом, важно установить местные скорости охлаждения настолько высокими, чтобы при превращении в любом случае исключалось бы образование мартенсита, однако чтобы в зоне повышенной интенсивности охлаждения образовывалась мелкозернистая перлитная структура. После полного преобразования структуры, чтобы уменьшить или в основном предотвратить коробление проката, последней с одинаковой местной интенсивностью охлаждения доводится до комнатной температуры.

Особенно предпочтительно, когда термическую обработку после горячей деформации проката со степенью деформации от 1,8 до 8% предпочтительно от 2 до 5% осуществляют в последнем переходе при температуре по меньшей мере 750°C и максимум 1050°C теплом от горячего пластического формообразования (горячей обработки давлением). Окончательное деформирование со степенью деформации или уменьшения площади поперечного сечения от 1,8 до 8% вызывает измельчение аустенитных зерен, если пластическое деформирование осуществляют в диапазоне температур от 770 до 1050°C. Как оказалось, степени деформации ниже 1,8% вызывают местами образование особенно крупного зерна или рост зерна; напротив, деформации более 8% вызывают сильное повышение температуры в центральных или внутренних зонах, очевидно, по причине высвобождающейся энергии при пластическом деформировании, вследствие чего могут появляться местные неоднородности структуры и недостатки с точки зрения качества.

Принимая во внимание получение в основном, выровненного по прямой или соосного расположения проката после охлаждения до комнатной температуры и, в частности, имеющего повышенные жесткость и предел прочности при изгибе при знакопеременном цикле, большим преимуществом является то, что в ходе второй операции охлаждения создают

увеличенную интенсивность охлаждения в двух или нескольких зонах по периметру профилированного проката. Благодаря этому в нескольких близких к поверхности зонах площади поперечного сечения можно достичь более высокой твердости и более высокой прочности материала за счет более мелкой перлитной структуры. При нагрузке проката на изгиб, при котором наиболее удаленно расположенные от нейтральных волокон или нулевой линии зоны поперечного сечения имеют наибольшие напряжения, можно создать по меньшей мере две из этих периферийных зон с повышенной прочностью. При этом у рельса, как было обнаружено, можно повысить также вязкость материала в зоне подошвы рельса, предотвращающую разрыв в результате образования трещин.

Предпочтительно часть проката, которая имеет наибольшую массовую концентрацию, например головку рельса, охлаждать методом погружения или погружением в охлаждающую жидкость, при этом одновременно от другой (других), предусмотренной (предусмотренных) в дальнейшем для усиленного охлаждения части (частей) проката с меньшей массовой концентрацией, например от подошвы рельса, тепло отводят с помощью средства с меньшей интенсивностью охлаждения, например, с помощью сжатого воздуха или путем распыления смеси из воздуха и воды. С помощью подобного рода действий можно противодействовать образованию высокого внутреннего напряженного состояния и термическому короблению проката.

Чтобы в упомянутых вначале сплавах на основе железа избежать вредного образования мартенсита и добиться получения мелкозернистой перлитной структуры, преимуществом является то, что величину интенсивности охлаждения, в частности, состав охлаждающей жидкости для охлаждения погружением устанавливают таким образом, что в диапазоне температур от 800 до 450°C достигается охлаждение близких к поверхности зон, главным образом погруженной части, со скоростью от 1,6 до 2,4 °C/с, предпочтительно около 2,0°C. Эта скорость охлаждения является также предпочтительной по экономическим соображениям, потому что при достижении желаемого качества проката требуется кратковременное охлаждение в ходе второй технологической операции и тем самым может быть достигнута более высокая производительность.

Для уменьшения кривизны предпочтительным оказалось то, что в случае профилированного проката с тавровой Т-образной зоной поперечного сечения, как, например, это имеет место на подошве железнодорожного рельса, противоположную шейке рельса зону или поверхность охлаждают с повышенной интенсивностью, предпочтительно с помощью сжатого воздуха или посредством распыления смеси из воздуха и воды. При этом в смысле улучшения характеристик долговечности особенно благоприятным оказалось, когда противоположную шейке рельса поверхностную зону с повышенной интенсивностью охлаждения образуют в основном симметрично относительно оси шейки рельса и ограничивают в продольном

направлении.

Кроме того, когда исключают повышенную интенсивность охлаждения периферийных относительно массовой концентрации или устья шейки рельса зон поперечного сечения профилированного проката и/или зоны защищают от повышенного отвода тепла или по меньшей мере нагревают кратковременно, то в гранях проката можно получить структуру с одинаковой или меньшей прочностью материала. Благодаря этому неожиданно снижается опасность разрыва, в частности, при ударной и/или изменяющейся длительной нагрузке проката.

Особая стабильность формы может быть достигнута тогда, когда интенсивность охлаждения на поверхности профилированного проката, в частности рельса, устанавливается таким образом, что зоны, в которых происходит преобразование гамма-структуры при охлаждении, образуются в основном параллельно симметрично и/или параллельно нейтральной плоскости, предпочтительно концентрично относительно линии центра тяжести или центра тяжести площади поперечного сечения.

Чтобы добиться в основном совершенно одинаковой местной интенсивности охлаждения в продольном направлении и поддерживать стабильным переход тепла в охлаждаемую среду, в соответствии с изобретением можно предусмотреть, что прокат, часть которого отнесенную к поперечному сечению погружают в охлаждающую жидкость в резервуаре для погружения, в то время как охлаждение в этой охлаждающей жидкости проводят путем перемещения в продольном направлении относительно резервуара для охлаждающей жидкости или резервуара для погружения и/или что по меньшей мере за время, в течение которого часть проката погружена в охлаждающую жидкость, последнюю нагружают колебаниями или ей придают колебательное движение. Как было обнаружено, эти меры значительно улучшают однородность достигнутого качества.

Устройство упомянутого вначале типа для полного решения проблемы при изготовлении имеющего особые свойства профилированного проката в соответствии с изобретением отличается тем, что ролик имеет в зоне подготовки само по себе известное приспособление позиционирования проката и средства для выравнивания по прямой или оси профилированного проката при пластическом формообразовании последнего, приспособление поперечной транспортировки имеет средство для прямого или косвенного перевода проката, в основном перпендикулярно его оси из зоны подготовки в зону обработки охлаждением, в этой зоне расположены само по себе известное устройство для закалки проката, в частности головки рельса, с помощью охлаждающей жидкости в резервуаре для погружения с фиксирующим и управляющим приспособлением и регулируемое приспособление дополнительного охлаждения для интенсификации охлаждения по меньшей мере другой зоны проката, в частности подошвы рельса, и зона окончательного охлаждения имеет место складирования для проката с целью его охлаждения до комнатной температуры.

Известно, что важным является выравнивание по прямой или оси, главным образом при улучшении свойств профилированного проката, проводимом относительно поперечного сечения или в частичных зонах. Благодаря предотвращению имеющего место по всей длине или в частичных зонах изгиба, можно поддерживать одинаковые заранее определенные условия охлаждения или интенсивность охлаждения проката, если смотреть в осевом направлении, так что исключаются различия в прочности или твердости вдоль образующих профиля. Исследования показали, что различные расстояния относительно стенки резервуара для охлаждающего средства и/или оси струйного охлаждения могут вызывать непропорциональные отклонения величин жесткости и твердости.

Кроме того, при выравнивании важным является то, что прокат с помощью соответствующих приспособлений подвергают пластическому формообразованию, чтобы предотвратить при определенных условиях упругие возвраты в частично изогнутую форму. Соосное транспортирование профилированного проката в зону охлаждения путем прямолинейной поперечной транспортировки имеет большое значение для исключения дополнительных правильных устройств. Дополнительно к этому в зоне охлаждения предусмотрено управляющее приспособление, с помощью которого может быть осуществлен прием и удержание, погружение в резервуар с охлаждающей жидкостью или закалка частичных зон проката, а также передача в зону окончательного охлаждения. При этом для интенсивного охлаждения других зон поперечного сечения может быть предусмотрено по меньшей мере одно приспособление для дополнительного охлаждения.

В усовершенствованном варианте устройства преимуществом является то, что приспособление дополнительного охлаждения может быть установлено на прокате и иметь регулируемую интенсивность охлаждения и тем самым может быть обеспечен дальнейший местный отвод тепла согласно способу.

Предпочтительным является также вариант выполнения, в котором приспособление дополнительного охлаждения имеет детали для создания локального потока охлаждающей среды, ограниченного в продольном или осевом направлении проката, по существу непрерывного в поперечном направлении, и при необходимости средства для предотвращения усиленного отвода тепла от поверхности (поверхностей), соседней (соседних) с охлаждаемой поверхностью. Благодаря этому можно создать резко ограниченные зоны охлаждения и исключать в расположенных рядом зонах интенсивный отвод тепла или создать в этих зонах меньшую жесткость материала, причем в соответствии с другим вариантом выполнения приспособление дополнительного охлаждения выполнено в виде пневматического охлаждения или охлаждения разбрызгиванием.

Можно еще повысить однородность

жесткости и величин твердости в продольном направлении профилированного проката, если прокат перемещается в охлаждающей жидкости в продольном направлении относительно резервуара для погружения и/или относительно устройства дополнительного охлаждения и/или если на резервуаре для погружения и/или в самой охлаждающей жидкости расположены приспособления, с помощью которых охлаждающая жидкость может перемещаться турбулентно и/или приводиться в колебательное движение. Было обнаружено, что относительные перемещения, а также колебательные движения или ударные волны между охлаждающей средой и изделием создают сравнимые с местной интенсивностью охлаждения и предпочтительные условия улучшения свойств.

Рельс в соответствии с изобретением, изготовленный, в частности, в соответствии с указанным выше способом, при необходимости изготовленный в описанном выше устройстве, отличается тем, что в поперечном сечении рельса последний имеет в верхней зоне головки высокие показатели прочности и твердости материала, эти показатели в нижней зоне головки, в шейке и в периферийных частях подошвы понижены, а в центральной зоне на базовой поверхности подошвы, по сравнению с периферийными частями и шейкой, налицо повышенные величины твердости материала, причем особенно равномерные качественные признаки достигаются тогда, когда симметрично относительно главной оси профиля поперечного сечения или симметрично относительно перпендикулярной оси поперечного сечения рельса установлены в основном одинаковые величины твердости материала. Подобного рода рельс даже при усложненных нагрузках, как например, при высоких осевых усилиях, и/или высокой частоте использования, и/или небольших радиусах кривизны участка пути имеет улучшенные эксплуатационные свойства.

На фиг. 1 показан ход термической обработки рельсов; на фиг. 2 - поперечный разрез рельса; на фиг. 3 диаграмма преобразования материала рельса в координатах время-температура.

Как схематически представлено на фиг. 1, в зоне А подготовки на рольганге 21 позиционируют профилированный прокат, как например рельс, посредством подводимого в заданную точку накопителя (заготовок) (не показано). Затем с помощью правильных средств 22 и 23 рельс 1 выравнивают по прямой линии, причем предпочтительной является центрирующая форма правильных средств, которая исправляет также изгиб в вертикальной плоскости. После выпрямления проката осуществляют поперечную транспортировку через место 2 складирования в зону В охлаждения и установку в управляющем устройстве с помощью удерживающих средств 24, причем предусмотрено опирание при доставке таким образом, что не происходит изгиба поперек продольной оси. Известным образом прокат или рельс 1 с помощью удерживающих средств 24 частично погружают в охлаждающую жидкость 37, которая находится в резервуаре 38 для погружения.

При этом важным является то, что удаление поверхности рельса 1 от стенок резервуара для погружения по длине со всех сторон одинаково и значительно по величине, причем также с целью повышения действенности и, в частности, с целью выравнивания интенсивности охлаждения поверхности проката, предпочтительным образом прокат 1 может быть установлен с возможностью перемещения в продольном направлении в резервуаре 38 для погружения или в охлаждающей среде 37 в пределах, например, от 0,5 до 5 м. Уместно можно использовать также расположенные в охлаждающей среде 37 или на резервуаре для погружения генераторы колебаний, которые приводят охлаждающую среду в предпочтительным образом влияющее на интенсивность охлаждения колебательное движение с частотой, например, от 100 до 800 колебаний в минуту.

На плоской части поверхности проката, в данном случае на подошве 13 рельса 1 может быть размещено или установлено дополнительное охлаждение 3. Подобного рода устройство для дополнительного охлаждения может иметь устройство для подачи воды 32 или воздуха 33 и может создавать на части поверхности проката или подошве рельса направленный струйный поток 31. Чтобы установить в периферийных частях 13" меньшую интенсивность охлаждения и создать только в центральной зоне 13' поверхности проката или подошвы рельса зону с повышенной твердостью материала, предпочтительно можно предусмотреть выпуск охлаждающей среды, например, с помощью отсасывающего устройства.

После охлаждения погруженной в охлаждающую среду 37 и противоположной, нагруженной струйным потоком 31, части проката, в частности рельса 1, при температуре превращения материала с интенсивностью, способствующей образованию мелкозернистой перлитной структуры, например в соответствии с фиг. 3, примерно до температуры 500°C со скоростью охлаждения в соответствии с кривой "f", рельс в зоне С окончательного охлаждения может быть переложен на место 25 складирования для охлаждения до комнатной температуры.

Как представлено на фиг. 2, рельс 1 в соответствии с изобретением имеет три зоны с различной структурой или твердостью, причем переходы образованы непрерывно. В головке 11 рельса указана мелкозернистая перлитная зона 11' с величинами твердости от 340 до 390 по Бринелю, при необходимости до 425 единиц твердости по Бринелю, которая переходит вниз в зону 11" с меньшей твердостью, например с твердостью по Бринелю от 300 до 340. В примыкающей шейке 12, которая в практической эксплуатации должна иметь высокую вязкость, установлены величины твердости по Бринелю от 280 до 320. В подошве рельса 13 в периферийных зонах 13", как и в шейке 12 рельса, указана перлитная крупнозернистая структура или пластинчатое образование, имеющая твердость по Бринелю от 280 до 320. Благодаря такому образованию структуры и свойствам материала с уменьшенными значениями твердости в

значительной степени исключается инициирование трещин и изломов. Напротив, по центру на стороне основания на подошве 13 рельса образована зона 13' с повышенной твердостью материала и величинами твердости по Бринелю от 300 до 350 и выше. Как было обнаружено, подобного рода распределение механических свойств материала по поперечному сечению рельса способствует высокой стабильности и главным образом долговечности, в частности, при усложненных условиях эксплуатации.

### Формула изобретения:

1. Способ термической обработки профилированного проката, в частности железнодорожного рельса, включающий охлаждение с температуры аустенизации в определенных зонах поперечного сечения, в частности поверхности головки рельса, с одинаковой интенсивностью в продольном направлении и получением мелкозернистой перлитной структуры с повышенной твердостью и прочностью на истирание и охлаждение с различной интенсивностью в поперечном сечении по периферии, обеспечивающей прямолинейность проката, отличающийся тем, что перед охлаждением осуществляют правку проката, в частности рельса, в продольном направлении в диапазоне температур максимум 1100°C и по меньшей мере 750°C, предпочтительно максимум 900°C, переводят прокат, в частности рельс, в поперечное направление, удерживают и охлаждают сначала на воздухе с одинаковой интенсивностью охлаждения по сечению до температуры ниже 860°C, предпочтительно до температуры около 820°C, в частности от  $Ar_3 + 5^\circ C$  до  $Ar_3 + 120^\circ C$ , а затем ведут охлаждение определенных зон поперечного сечения проката с одинаковой интенсивностью в продольном направлении и с различной интенсивностью в поперечном сечении, по меньшей мере в одной зоне по периферии проката охлаждение проводят с усиленной интенсивностью, в зоне с высокой массовой концентрацией и/или с местной высокой температурой проката с большей интенсивностью, обеспечивающей получение мелкозернистой перлитной структуры и окончательное охлаждение осуществляют до комнатной температуры с одинаковой интенсивностью на воздухе.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что правку и термическую обработку после валков осуществляют с использованием тепла деформации проката со степенью деформации 1,8-8,0% предпочтительно 2-5% при температуре по меньшей мере 750°C и максимум 1050°C.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что охлаждению с усиленной интенсивностью подвергают две или несколько зон профилированного проката.

4. Способ по любому из пп. 1-3, отличающийся тем, что охлаждение зон проката с высокой массовой концентрацией, в частности и головки рельса, ведут путем погружения головки в резервуар с охлаждающей жидкостью, а зон проката с меньшей массовой концентрацией, в частности подошву рельса, с помощью сжатого воздуха или водовоздушной смеси,

обеспечивающей усиленную интенсивность охлаждения.

5. Способ по любому из пп. 1-4, отличающийся тем, что охлаждение зон проката с высокой массовой концентрацией ведут в диапазоне температур 800 - 450°C в жидкости, обеспечивающей большую интенсивность охлаждения, со скоростью 1,6-2,4 град./с, предпочтительно около 2 град./с.

6. Способ по любому из пп. 1-5, отличающийся тем, что при обработке профилированного проката с Т-образной зоной поперечного сечения, в частности подошвы рельса, противоположную шейке рельса, зону или поверхность охлаждают с усиленной интенсивностью, предпочтительно с помощью сжатого воздуха или водовоздушной смеси.

7. Способ по любому из пп. 1-6, отличающийся тем, что противоположную шейке рельса зону или поверхность, расположенную симметрично относительно оси шейки рельса, охлаждают с усиленной интенсивностью и ограничивают в поперечном направлении.

8. Способ по любому из пп. 1-7, отличающийся тем, что зоны проката, прилегающие к зонам с высокой массовой концентрацией или устья шейки рельса, защищают от усиленного интенсивного охлаждения или осуществляют кратковременный нагрев этих зон.

9. Способ по любому из пп. 1-8, отличающийся тем, что зоны охлаждения с усиленной интенсивностью размещены параллельно симметрично и/или параллельно нейтральной плоскости, предпочтительно концентрично относительно линии центра тяжести или центра тяжести площади поперечного сечения.

10. Способ по любому из пп. 1-9, отличающийся тем, что при охлаждении прокат перемещают в продольном направлении относительно резервуара с жидкостью, в котором размещена зона проката с большей массовой концентрацией.

11. Способ по любому из пп. 1-10, отличающийся тем, что охлаждение проката ведут при колебании резервуара с жидкостью.

12. Устройство для термической обработки профилированного проката, в частности железнодорожного рельса, содержащее по крайней мере одну зону предварительной подготовки проката в виде роляганга с приспособлением для позиционирования проката, зону охлаждения в виде резервуара с жидкостью для отбора тепла с поверхности проката с большей интенсивностью в продольном направлении, в частности головки рельса, с приспособлением для фиксации рельса, зону окончательного охлаждения на воздухе до комнатной температуры, приспособление для поперечной транспортировки проката, приспособление для манипулирования, отличающееся тем, что зона предварительной подготовки проката имеет средство для правки проката по прямой или оси, расположенное перед зоной охлаждения, зона охлаждения главным образом для головки рельса имеет приспособление управления и регулируемое приспособление для дополнительного охлаждения по меньшей мере другой зоны проката, в частности подошвы рельса, зона



окончательного охлаждения на воздухе до комнатной температуры имеет узел складирования проката, а приспособление для поперечной транспортировки проката имеет средство для прямого или косвенного перевода проката в основном перпендикулярно к его оси из зоны подготовки проката в зону охлаждения.

13. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что приспособление для дополнительного охлаждения имеет регулируемую интенсивность охлаждения и возможность быть установленным на прокате.

14. Устройство по п. 12 или 13, отличающееся тем, что приспособление для дополнительного охлаждения имеет средства для создания локального потока охлаждающей среды в продольном или осевом направлении и при необходимости средства для предотвращения отвода тепла от поверхности (поверхностей), соседней (соседних) с охлаждающей поверхностью в поперечном направлении.

15. Устройство по любому из пп. 12-14, отличающееся тем, что приспособление для дополнительного охлаждения выполнено в виде средства пневматического охлаждения или охлаждения разбрызгиванием.

16. Устройство по любому из пп. 12-15, отличающееся тем, что оно имеет средство

для перемещения проката в охлаждающей среде в продольном направлении относительно резервуара и/или относительно приспособления для дополнительного охлаждения.

5 17. Устройство по любому из пп. 12-16, отличающееся тем, что резервуар с жидкостью имеет средство для создания турбулентного перемещения и/или колебательного движения жидкости,

10 расположенное на резервуаре и/или в нем.  
18. Профилированный прокат, в частности железнодорожный рельс, состоящий из головки рельса по меньшей мере с частично мелкозернистой перлитной структурой, подошвы рельса и шейки между головкой и подошвой рельса, отличающийся тем, что в поперечном сечении рельса последний имеет в верхней зоне головки высокую твердость материала, показатели которой в нижней зоне головки, в шейке и в периферийных частях подошвы понижены.

15 20 19. Прокат по п. 18, отличающийся тем, что симметрично относительно главной оси профиля поперечного сечения или симметрично относительно перпендикулярной оси поперечного сечения рельса установлены, в основном, одинаковые  
25 величины твердости материала.

30

35

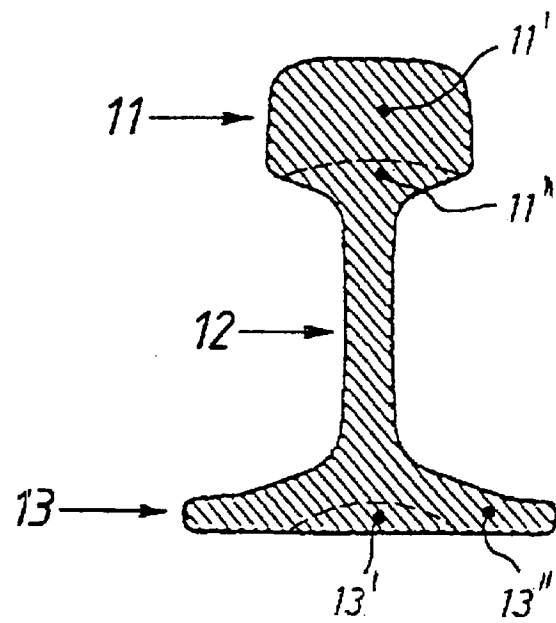
40

45

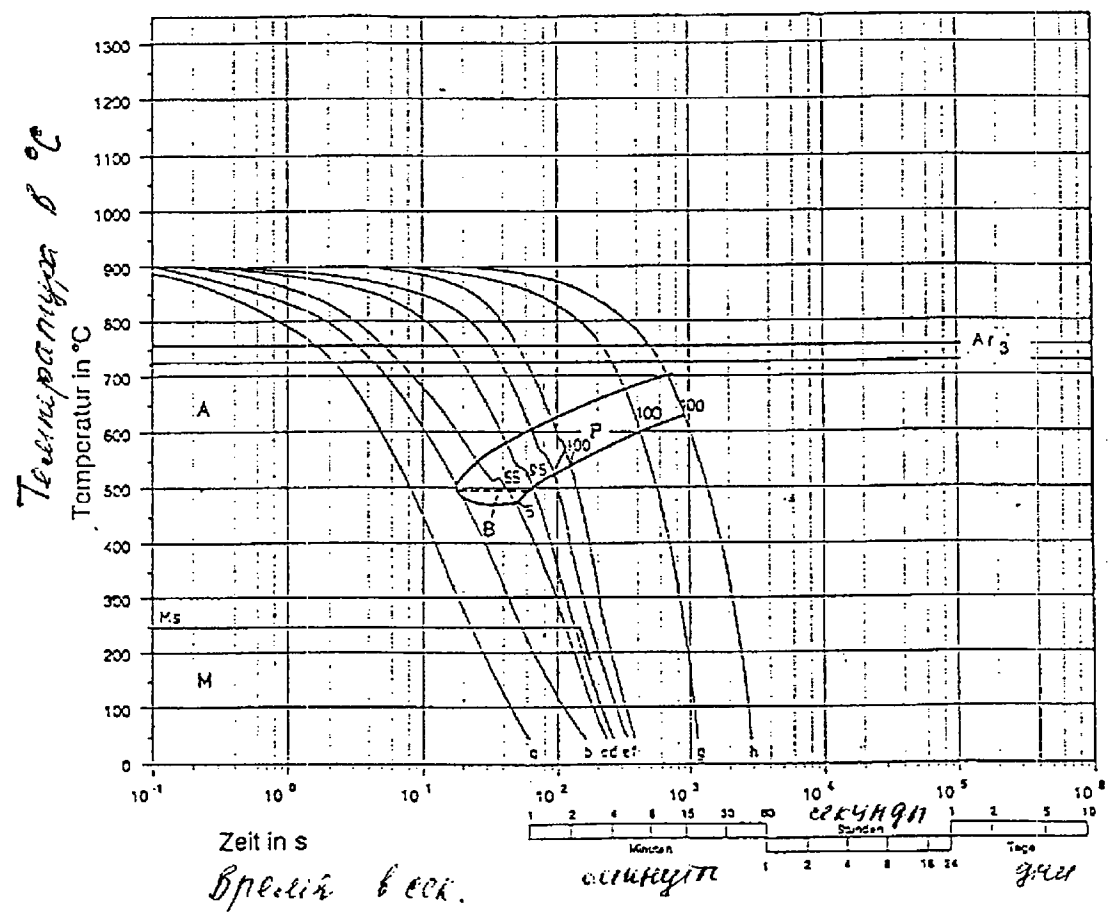
50

55

60



Фиг.2



Фиг.3